

## Method for fabricating semiconductor photodetector

Publication number: CN1479947

Publication date: 2004-03-03

Inventor: MINORU NIGAKI (JP); KAUTOSHI NAKAJIMA (JP)

Applicant: HAMAMATSU PHOTONICS KK (JP)

Classification:

- International: H01L29/872; H01L29/47; H01L31/0203; H01L31/108;  
H01L31/18; H01L29/66; H01L29/40; H01L31/0203;  
H01L31/102; H01L31/18; (IPC1-7): H01L31/101

- European: H01L31/0203B; H01L31/108B; H01L31/18E

Application number: CN20018020328 20011109

Priority number(s): JP20000343940 20001110

Also published as:

WO0239506 (A1)  
US7094664 (B2)  
US2005014321 (A)  
JP2002151732 (A)  
CN1221037C (C)

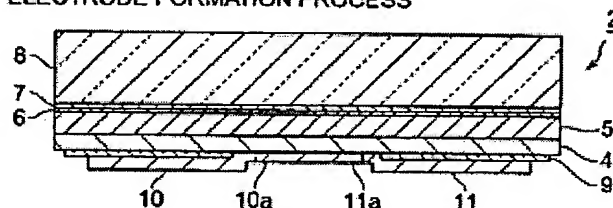
Report a data error here

Abstract not available for CN1479947

Abstract of corresponding document: **US2005014321**

Multilayer films 2 to 7 containing a light absorption layer 4 are formed on a GaAs substrate. After laminating the GaAs substrate 1 and a glass substrate 8 so that an uppermost surface film 7 of the multilayer film and the glass substrate 8 may come into contact with each other, by pressurizing between the GaAs substrate 1 and the glass substrate 8 and heating them together, both substrates 1 and 8 are fusion-bonded. Next, the GaAs substrate 1 and the buffer layer 2 are first removed, and then the etch stop layer 3 is removed. Then, while coming into contact with the light absorption layer 4, comb-type Schottky electrodes 10 and 11, which are mutually apart, are formed.

ELECTRODE FORMATION PROCESS



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H01L 31/101



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01820328.0

[43] 公开日 2004 年 3 月 3 日

[11] 公开号 CN 1479947A

[22] 申请日 2001.11.9 [21] 申请号 01820328.0

[30] 优先权

[32] 2000.11.10 [33] JP [31] 343940/2000

[86] 国际申请 PCT/JP01/09834 2001.11.9

[87] 国际公布 W002/39506 日 2002.5.16

[85] 进入国家阶段日期 2003.6.10

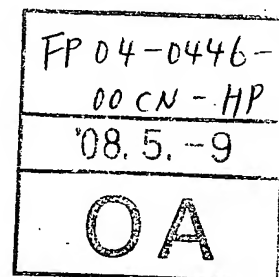
[71] 申请人 浜松光子学株式会社

地址 日本静岡県

[72] 发明人 新垣実 中嶋和利

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
标事务所

代理人 王以平

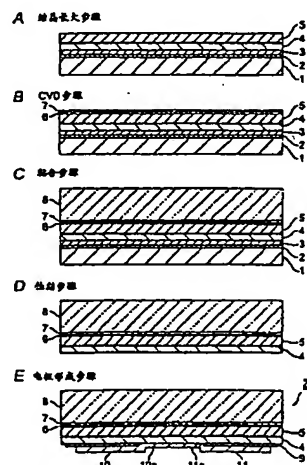


权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 4 页

[54] 发明名称 半导体光检测器的制作方法

[57] 摘要

本发明的半导体光检测器的制作方法的特点是，在砷化镓衬底上形成含有光吸收层(4)的多层膜(2-7)。使该砷化镓衬底(1)与玻璃衬底(8)重叠，而使多层膜的最表面膜(7)与玻璃衬底(8)相互接触后，向砷化镓衬底(1)和玻璃衬底(8)之间加压并同时加热，使两衬底(1)、(8)融接。然后，通过蚀刻先除去砷化镓衬底(1)和缓冲层(2)，接着除去蚀刻停止层(3)。然后，形成与光吸收层(4)相连接并相互隔开的梳状肖特基电极(10)、(11)。



ISSN 1008-4274

1. 一种具有通过吸收入射光来激发电子和空穴的光吸收层的半导体光检测器的制作方法, 其特征在于:

在衬底上形成包含上述光吸收层的多层膜,

为了使上述多层膜的最表面膜与由对入射光透明的材料构成的透明衬底的一个面相接触, 而使形成了上述多层膜的上述衬底与上述透明衬底相粘接,

除去粘接在上述透明衬底上的上述衬底或上述衬底和上述多层膜的一部分层, 以使上述透明衬底上至少残留上述光吸收层,

在上述透明衬底上残留的多层膜上, 形成相互隔开的两个电极。

2. 根据权利要求 1 中记载的半导体光检测器的制作方法, 其特征在于:

在形成上述多层膜时, 形成为使设置在上述光吸收层和上述衬底之间的由与上述光吸收层不同的材料构成的停止层被包含在上述多层膜中,

在除去被粘接在上述透明衬底上的上述衬底或上述衬底和上述多层膜中的一部分层的时候, 在除去了上述衬底和存在于上述衬底与上述停止层之间的上述多层膜的一部分层后, 再除去上述停止层。

3. 根据权利要求 1 中记载的半导体光检测器的制作方法, 其特征在于:

上述透明衬底由硼硅酸玻璃构成, 并且上述多层膜的最表面膜由硅氧化物构成的,

为使上述多层膜的最表面膜与上述透明衬底的一个面相互接触, 使形成了上述多层膜的上述衬底与上述透明衬底相融接。

## 半导体光检测器的制作方法

### 技术领域

本发明涉及具备通过吸收入射光而激发电子和空穴等的光吸收层的半导体光检测器的制作方法。

### 技术背景

在光局域网(Local Area Network: LAN)中,以每秒数千兆比特(Gigabit per second)的通信速度进行光信号的发送接收。但是伴随着通信量的增加,今后需要以每秒 10 千兆以上的通信速度进行光信号的发送接收。现在的光局域网主要使用 PIN 光电二极管(P-I-N Photo Diode: PIN -PD)作为光检测装置,但 PIN 光电二极管可对应每秒数千兆比特的通信速度,而无法充分对应更高的通信速度。为此需要以更高速度动作的光检测器。

金属-半导体-金属型光电二极管(Metal-Semiconductor-Metal Photo Diode: MSM 光电二极管),与 PIN-光电二极管比较,其反应速度快,可充分对应每秒 10 千兆以上的通信速度,因此被看成可望进行更高速通信的光检测器。

然而,MSM 光电二极管存在由光入射面中形成的梳状肖特基电极引起的入射光被屏蔽或被吸收导致光检测灵敏度减弱的问题,因而妨碍了其在光局域网的应用。

可测出 1.7 微米波长红外线的 MSM 光电二极管用 InP 衬底制作。在此种情况下,由于 1.7 微米波长的光线通过 InP 衬底到达光吸收层,所以可以通过使光由 InP 衬底侧入射来避免由肖特基电极造成的入射光线的屏蔽及吸收。这种光线经衬底侧入射的方法,在例如文献 Appl. Phys. Lett. 67(3), 17 July 1995. pp.413-415 里已进行了报告。

但是，在用砷化镓衬底检测生成的 850 纳米波长或其近红外线的 MSM 光电二极管的情况下，光线从砷化镓衬底侧入射后被砷化镓衬底吸收，不能到达光吸收层。为此，不能使光线从电极侧入射，无法避免由电极带来入射光的屏蔽和吸收。

为解决此问题，提出了利用晶体取向外延除去法制作的 MSM 光电二极管及其制作方法。例如：在特开平 6-151946 号公报中记载的光检测元件，其构成是用晶体取向外延除去法剥离在半导体衬底上形成的由光吸收层以及窗层构成的多层膜，并将这些多层膜粘接到别的衬底上。此时，光从形成在多层膜上的电极面的相对面入射，此面最表层为窗层，入射光可不被窗层吸收而到达光吸收层。由此提高了 MSM 光电二极管的光检测灵敏度。

进而，特开平 5-259500 号公报中记载的光检测元件，其构成与上述同样，使从衬底剥离的多层膜粘接在透明衬底上。这里，多层膜上形成的电极是与透明衬底的粘接面的相对面，光从透明衬底侧射入。因此，入射光不被电极屏蔽或吸收而到达吸收层。其结果是提高了 MSM 光电二极管的光检测灵敏度。

但是，在这样制作 MSM 光电二极管时，有以下问题。即，由于半导体衬底上形成的多层膜厚度有数微米，所以从半导体衬底剥离后的多层膜的机械强度低下，在进行与透明衬底粘接作业时多有破损。由此带来了产品合格率低下的问题。此外，制作这样的薄层，需要特别的装置或工具，产生生产成本上升的问题。

本发明是鉴于这些问题而提出的，其目的是提供光检测灵敏度高，可对应高速光通信的半导体光检测器的具有良好生产性的制作方法。

本发明的半导体光检测器的制作方法是具有通过吸收入射光来激发电子和空穴的光吸收层的半导体光检测器的制作方法。有以下特征：(1)在半导体衬底上形成含有光吸收层的多层膜。(2)为使多层膜的最表面膜与让入射光透过的透明材料构成的透明衬底的一个面相接触，使形成了多层膜的半导体衬底和透明衬底相粘接。(3)为了使透明

衬底上至少残留下光吸收层，而除去与透明衬底粘接的半导体衬底或半导体衬底和多层膜的一部分层。(4)在透明衬底中残留的多层膜上，形成相互隔开的两个电极。

利用这种方法制作的半导体光检测器，通过使光从透明衬底侧入射，能够使在光吸收层的透明衬底和在其相对面设置的电极处没有屏蔽或吸收，从而使光可以到达吸收层。由此可提高半导体光检测器的光检测灵敏度。

此外，由于在形成了多层膜的半导体衬底和透明衬底粘接后，半导体衬底和多层膜的一部分层被除去，所以透明衬底上残留的多层膜得到该透明衬底的机械保护。因此在制作中多层膜不会破损，可制成产品合格率良好的半导体光检测器。

此外还可以具有以下特征：在形成多层膜时，使其被设置在光吸收层和半导体衬底之间，并形成为由与光吸收层不同的材料构成的停止层被包含在多层膜中，在除去粘接在透明衬底上的半导体衬底，或半导体衬底和多层膜中的一部分层时，在除去半导体衬底和存在于半导体衬底和停止层之间的一部分多层膜的层后，除去停止层。

因此，通过适当选择可以蚀刻半导体衬底和停止层之间存在的多层膜的一部分膜而不能蚀刻停止层的蚀刻液，及可以蚀刻停止层而不能蚀刻光吸收层的蚀刻液，能够在除去半导体衬底和存在于半导体衬底与停止层间的多层膜的一部分层之后，只除去停止层。因此，可以确保并容易地保留光吸收层而除去半导体衬底和多层膜的一部分膜。

进而，透明衬底由硼硅酸玻璃构成，而且多层膜的最表面膜由硅氧化物构成，所以使形成了多层膜的半导体衬底与透明衬底融合而使多层膜的最表面层能够与透明衬底一个面相互接触是合适的。

由此，形成了多层膜的半导体衬底与透明衬底不用粘接剂即可粘接。因此，从透明衬底侧入射的光不会被粘接剂吸收而到达光吸收层。

### 附图说明

图 1A、图 1B、图 1C、图 1D、图 1E 是展示根据本实施例的制作方法制作 MSM 光电二极管的步骤和各步骤结束后的 MSM 光电二极管的剖面的模式图。

图 2A 是从肖特基电极 10、11 侧看到的根据本实施例的制作方法制作的 MSM 光电二极管的平面图。

图 2B 是图 2A 的平面图沿 I-I 线的剖面图。

图 3 是展示将 MSM 光电二极管组装在封装 31 内的光检测装置的模式图。

图 4A 是从电极一侧看到的用 MSM 光电二极管构成的光检测器的平面图。

图 4B 是图 4A 的平面图沿 I-I 线的剖面图。

### 具体实施方式

以下，与附图一起说明本发明相关的半导体光检测器的制作方法及适合的实施例。另外，在以下说明中，使用相同符号表示相同元件，并省略重复的说明。

此外在附图中，从砷化镓衬底上长大的各晶体取向外延层厚度的比例开始，尺寸的比例并不一定与说明的完全一致。

图 1A、图 1B、图 1C、图 1D、图 1E 是展示根据本实施例的制作方法制作 MSM 光电二极管的步骤和各步骤结束后的 MSM 光电二极管的剖面的模式图。此制作方法可以分为结晶长大步骤、CVD 步骤、粘接步骤、蚀刻步骤和电极形成步骤。依次实施这些步骤。

#### (1) 结晶长大步骤

首先，通过有机金属化学气相堆积(Metal Organic Chemical Vapor Deposition: MOVCD)装置，在砷化镓衬底 1 上使缓冲层 2 (砷化镓)、蚀刻停止层 3 ( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ )、光吸收层 4(砷化镓)以及窗层 5 ( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ )依次进行晶体取向外延长大。

层 2-5 的合适膜厚是，缓冲层 2 约 0.5 微米，蚀刻停止层 3 约 1



微米，光吸收层 4 约 2 微米，窗层 5 约 10 微米。

蚀刻停止层 3 的 Al 组成比的理想值  $x$  应大于等于 0.5，这是因为使用在对以后所述砷化镓进行蚀刻时的蚀刻液较难蚀刻该  $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 。此外，窗层 5 的 Al 组成比的理想值  $x$  应大于等于 0.3。

当对波长 850 微米以上的光进行光检测时，Al 组成比在 0.4 为好，作为更为合适的窗层 5 的 Al 组成比的理想值  $x$  应大于等于 0.3。但是，最好根据检测出的光的波长来决定合适的窗层 5 的 Al 组成比  $x$  的值。例如，当光检测出波长为 650 微米的短波长光时，Al 组成比必须大于等于 0.4。

## (2) CVD 步骤

接着，用等离子体 CVD 薄膜淀积装置在上述窗层 5 上形成反射防止膜 6( $\text{SiN}_x$ )和最表面膜 7(二氧化硅)。

在此，以使用等离子体 CVD 的情况为例进行说明，但本发明并不限于此，只要是能够实现所期望的反射防止膜和最表面膜的淀积，例如热 CVD 法、喷镀法等均可使用。

反射防止膜厚度约 0.1 微米，最表面膜厚度为 0.1-0.2 微米即可。当反射防止膜 6 的膜厚为 0.1 微米时，是使 850 纳米波长的入射光有效透过的合适厚度。具体来说理想的是符合  $\lambda/4n$  ( $\lambda$ :入射光波长， $n$ :反射防止膜 6 的折射率)。

通过以上的(1)结晶长大步骤和(2)CVD 步骤，在砷化镓衬底 1 上形成了包含光吸收层 4 的多层膜。另外，砷化镓衬底 1 和各层形成后的砷化镓衬底都是半导体衬底。

也就是说，多层膜具有以下层构造。另外，各数值允许有 10% 的误差。

表 1

各层	材料	构成	厚度
最表面膜 7	二氧化硅	-	0.1-0.2 微米
反射防止膜 6	SiN <sub>x</sub>	-	0.1 微米
窗层 5	Al <sub>x</sub> Ga <sub>1-x</sub> As	$x \geq 0.3$	1 微米
光吸收层 4	砷化镓	-	2 微米
蚀刻停止层 3	Al <sub>x</sub> Ga <sub>1-x</sub> As	$x \geq 0.5$	1 微米
缓冲层 2	砷化镓	-	0.5 微米
衬底 1	砷化镓	-	350 微米

### (3) 粘接步骤

接下来, 将积层了上述多层膜 2-7 的砷化镓衬底 1 与玻璃衬底 8 融接。首先, 对玻璃衬底 8 表面做洁净化处理。接着, 为使经过洁净化化的表面与最表面膜 7 相互接触, 将玻璃衬底 8 与砷化镓衬底 1 重合。在这样重合的状态下进行加压及加热, 使两个衬底 1、8 经融接粘接在一起。

具体说, 向重合了的玻璃衬底 8 与砷化镓衬底 1 之间施加的压力约为 100kPa, 此时理想的加热温度为 500-700℃。由于砷化镓衬底 1 上的最表面膜 7 由二氧化硅构成, 所以通过在这样的条件下加热加压, 则最表面膜 7 与玻璃衬底 8 的表面融接, 砷化镓衬底 1 与玻璃衬底 8 相互粘接。

此外, 在实施这种粘接步骤时, 理想的是不只是玻璃衬底 8 的表面, 砷化镓衬底 1 上的最表面膜 7 也是洁净的。为此, 例如, 可以从形成了最表面膜 7 的等离子体 CVD 装置取出砷化镓衬底 1 后, 马上进行融接等操作。

此外, 作为玻璃衬底 8 最好使用科宁公司生产的 7056 号玻璃衬底 8 或与之等价的玻璃衬底。其理由是, 这种玻璃衬底 8 的热膨胀系数大致与砷化镓衬底的热膨胀系数相等。由此, 在加热后的冷却步骤中, 能够尽可能减少由于热膨胀系数的差引起的砷化镓衬底 1 与玻

璃衬底 8 之间的应力, 并能够最大限度地抑制由于应力引起的强度减弱和结晶缺陷。但是, 作为玻璃衬底并不只限于 7056 玻璃, 只要是热膨胀系数接近砷化镓的, 就有可能不损害其特性而被使用。

#### (4) 蚀刻步骤

玻璃衬底 8 和砷化镓衬底 1 粘接后, 在玻璃衬底 8 的相对一侧, 砷化镓衬底 1 的反面露出。蚀刻步骤是从砷化镓衬底 1 的反面通过蚀刻而除去砷化镓衬底 1、缓冲层 2 和蚀刻停止层 3。

首先, 可对砷化镓衬底 1 和缓冲层 2 进行蚀刻, 对蚀刻停止层 3 使用蚀刻速度较慢的蚀刻液, 将砷化镓衬底 1 和缓冲层 2 除去。接下来, 可对蚀刻停止层 3 进行蚀刻, 使用蚀刻速度较慢的蚀刻液蚀刻光吸收层 4, 除去蚀刻停止层 3。如此得到积层了光吸收层 4 和窗层 5 的玻璃层衬底 8。

实际使用的理想的蚀刻液是氨水( $\text{NH}_4\text{OH}$ )与过氧化氢( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 的混合液( $\text{NH}_4\text{OH} : \text{H}_2\text{O}_2 = 1:5$ )、盐酸( $\text{HCl}$ )溶液。首先, 将相互贴合的玻璃衬底 8 和砷化镓衬底 1 浸入氨水与过氧化氢的混合溶液。由此, 砷化镓衬底 1 从反面被蚀刻。

继续蚀刻而将砷化镓衬底 1 除去, 接着开始蚀刻砷化镓衬底 1 上长大的缓冲层 2 (砷化镓)。然后, 继续蚀刻将缓冲层 2 除去, 蚀刻停止层 3 在蚀刻液中露出。这里, 由于这种蚀刻液对蚀刻停止层 3 ( $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ ) 的蚀刻速度非常慢, 所以蚀刻停止层 3 露出时, 蚀刻自动停止。这样一来, 首先砷化镓衬底 1 和缓冲层 2 被除去了。

接着, 从氨水( $\text{NH}_4\text{OH}$ )和过氧化氢( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 的混合液中取出残留有层 3-5 和膜 6、7 的玻璃衬底。经水洗、干燥后, 用盐酸 ( $\text{HCl}$ ) 溶液浸泡。此时, 由于蚀刻速度很快, 所以理想的是盐酸应事先加热到  $50^\circ\text{C}$ 。因为砷化镓在盐酸溶液中几乎不被蚀刻, 所以这次只有蚀刻停止层 3 ( $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ ) 被蚀刻, 当光吸收层 4 (砷化镓) 露出时蚀刻自动停止。这样一来蚀刻停止层 3 就被除去了。另外, 可用氟酸( $\text{HF}$ )溶液代替盐酸溶液。

#### (5) 电极形成步骤

然后,在光吸收层 4 上形成肖特基电极 10、11。即首先,用等离子体 CVD 装置在光吸收层 4 上淀积绝缘膜 9。然后,通过利用了平版印刷的通常的图案形成法,在绝缘膜 9 上设置形成肖特基电极 10、11 形状的开口部分。然后,用真空蒸镀等,在开口部分上形成肖特基电极 10、11。

具体地说,绝缘膜 9 与在 CVD 步骤形成的反射防止膜 6 的淀积方法同样的方法,即用  $\text{SiH}_4$  和  $\text{NH}_3$  作为原料使用 CVD 法即可。接下来,在绝缘膜 9 上涂抹保护膜,用平版印刷和蚀刻的通常的图案形成法,除去形成了肖特基电极 10、11 的部分绝缘膜 9。然后,用真空蒸镀装置把钛(Ti)、白金(Pt)、金(Au)按规定的膜厚蒸镀,在除去了上述绝缘膜 9 的部分,形成具有后述梳状部分 10a、11a 和衬垫部分 10b、11b 的肖特基电极 10、11。

在光吸收层 4 上,因为形成了对应于多个 MSM 光电二极管 20 的多组肖特基电极 10、11,所以通过与各 MSM 光电二极管 20 的元件形状相匹配地把淀积了光吸收层 4 的玻璃衬底 8 切片,能够得到芯片化的 MSM 光电二极管 20。

按照以上说明,在本实施例的制作方法中,在砷化镓衬底 1 上形成多层膜 2-7 后,将此砷化镓衬底 1 与玻璃衬底 8 融接后,再将砷化镓衬底 1 除去,为此,除去砷化镓衬底后的光吸收层 4 和窗层 5 等得到了玻璃衬底 8 的机械保护。所以,光吸收层 4 和窗层 5 不会破损。于是,可以制成生产性良好的 MSM 光电二极管 20。

伴随对上述那样制作的 MSM 光电二极管 20 的结构说明,在此说明其作用。

图 2A 是从肖特基电极 10、11 侧看到的用本实施例的制作方法制作的 MSM 光电二极管 20 的平面图。图 2B 是图 2A 的平面图沿 I-I 线的剖面图。

如图 2B 所示,MSM 光电二极管 20 具有光入射的玻璃衬底 8,使玻璃衬底 8 与砷化镓衬底 1 成为贴合面的表面膜 7、使从玻璃衬底 8 射入的光线有效透过的反射防止膜 6、吸收入射光线并通过此吸收

在其内部激发电子-空穴对的光吸收层 4。

进而, MSM 光电二极管 20 还设置有与光吸收层 4 相接的绝缘膜 9 和在绝缘膜 9 的开口部分与光吸收层 4 相接触的肖特基电极 10、11。这里, 如图 2A 所示的那样, 肖特基电极 10、11 具有由相互交叉配置的梳齿状形成的梳状部分 10a、11a 和衬垫部分 10b、11b。

在与肖特基电极 10、11 接触的部分, 在光吸收层上形成肖特基连接, 由梳状部分 10a、光吸收层 4(砷化镓)以及梳状部分 11a 形成 MSM 构造。

在通过 MSM 光电二极管 20 实际对光线进行检测时, 肖特基电极 10、11 与未图示的电源相接, 向电极 10、11 之间施加电压。在此状态下, 如图 2B 所示, 光  $h\nu$  从玻璃衬底 8 侧入射。

这里所说的光  $h\nu$  是指例如从构成光局域网系统的光缆射出的光。入射光  $h\nu$  依次经过玻璃衬底 8、最表面膜 7、反射防止膜 6 和窗膜 5 到达光吸收层 4。在光吸收层 4,  $h\nu$  被吸收而激发出电子-空穴对。在通过向肖特基电极 10、11 施加电压而形成的电场作用下, 被激发的电子和空穴各自向极性不同的电极 10、11(梳状部分 10a、11a) 方向漂移。

然后, 电子和空穴到达各梳状部分 10a、11a 后, 经过梳状部分 10a、11a 和衬垫部分 10b、11b 成为电流向外部输出。由于光吸收层 4 内被激发的电子-空穴对的数量对应于入射光  $h\nu$  的强弱而增减, 所以由电极 10、11 输出的电流的电流值也增减。其结果是, 通过光  $h\nu$  的强度变化而将传送的光信号转换成电信号。

如上所述, 在 MSM 光电二极管 20 中可以使光从玻璃衬底 8 侧入射, 依次透过不吸收光的最表面膜 7、反射防止膜 6 和窗层膜 5, 到达光吸收层 4。因此, 不存在当光从电极侧入射时被电极屏蔽和吸收的问题。因此, MSM 光电二极管 20 不存在光检测灵敏度低下的问题。

以下, 对由上述 MSM 光电二极管 20 构成的适用于光通信系统等合适的检测装置进行说明。

图 3 是表示把 MSM 光电二极管 20 组装入封装 31 的光检测装置 30 的模式图。该封装 31 具有充入了氮等惰性气体而相互密封的 3 个构件, 即金属制的下部封装 31a、金属制的上部封装 31b 和玻璃制的窗部分 31c。在下部封装 31a 的上面(上部封装 31b 的侧面), 设置了用来处理从 MSM 光电二极管 20 输出的电信号的前置放大器芯片 32。

如图 3 所示, 在前置放大器芯片 32 中, 为了在与下部封装 31a 相接触的相对面上, 使前置放大器芯片 32 和 MSM 光电二极管 20 电气连接, 而形成了凸出电极 32a、32b。该凸出电极 32a、32b 按照与 MSM 光电二极管 20 的肖特基电极 10、11 的衬垫部分 10b、11b 的间隔相等的间隔各自设置。另外, 为了在前置放大器芯片 32 的上部, 使凸出电极 32a、32b 与衬垫部分 10b、11b 之间相互连接并电气导通, 而重叠设置 MSM 光电二极管 20。

此外, 在前置放大器芯片 32 的上部, 设置了与用来向前置放大器芯片 32 提供电力的电源(图中未示出)相连接的电极 32c 和将在前置放大器芯片 32 内部处理的电气信号向外部电路(图中未示出)输出的电极 32d。进而, 电极 32c、32d 通过金属线 35、36 与下部封装 31a 所具备的端子 33、34 连接。

如图 3 所示, 在这样构成的光检测装置 30 中, 由于构成 MSM 光电二极管 20 的玻璃衬底 8 与窗部分 31c 相对设置, 所以透过窗部分 31c 的光再通过玻璃衬底 8 射入光吸收层 4。然后由于光入射而产生的电信号从衬垫部分 10b、11b 经凸出电极 32a、32b 输入到前置放大器芯片 32。这样, 前置放大器芯片 32 处理的电信号被输出到设置在光检测装置 30 外部的外部电路。前置放大器芯片 32 进行的处理是前段增幅, 由此, 可以容易地进行外部电路的信号处理。

另外, 这里所示的 MSM 芯片、前置放大器芯片与端子之间的布线、连接形态、方法等, 是为了说明本项目而模式化地图示出来的, 但实际的布线、连接是对应于不同的情况的。当然, 没有前置放大器芯片而单独构成 MSM 光电二极管也行。

接下来,说明由 MSM 光电二极管 20 构成的光检测装置的其他例子。图 4A 是从电极侧看到的由 MSM 光电二极管 20 构成的光检测器的平面图。图 4B 是图 4A 的平面图沿 I-I 线的剖面图。

如图 4B 所示,光检测器 50 在肖特基电极 10、11 的衬垫部分 10b、11b 上具有金电极 52、53。此外,光检测器 50 为了遮盖肖特基电极 10、11、绝缘层 9 和光吸收层 4,并使金电极 52、53 露出而设置了由 SiN 和 SiO<sub>2</sub> 构成的保护膜 51。

这样的构造通过以下方法制成。

在上述(4)的电极形成步骤中,在肖特基电极 10、11 形成后(切片前),在肖特基电极 10、11 的形成面上利用等离子体 CVD 装置形成厚度约为 0.5 微米的绝缘保护膜 51。接下来,利用照相平板印刷和蚀刻,除去 SiN 和 SiO<sub>2</sub> 膜,而使肖特基电极 10、11 的衬垫部分 10b、11b 的一部分露出。

接下来,通过真空蒸镀在露出的衬垫部分 10b、11b 上形成金(Au)薄膜。然后,进行金的电解电镀,有选择地在衬垫部分 10b、11b 上形成金电极 52、53。

其后,通过切片得到芯片化的光检测器 50。也可以在金电极 52、53 的表面使用铅(Pb)-锡(Sn)等焊接材料进行镀膜。

这样,光检测器 50 具有以下结构,以玻璃衬底 8 作为光入射部分,光入射部分的相对面被覆盖了绝缘保护膜 51,同时使金电极 52、53 露出。因此,与通用芯片电阻器、芯片电容器等电路元件或电子零件一样,光检测器 50 可以作为单独的零件安装。此外,例如在将 MSM 光电二极管 20 与混合集成电路组装时,也有容易进行组装操作的优点。

在上述的实施例中,对制作具有由砷化镓构成的光吸收层 4 的 MSM 光电二极管 20 进行了说明,但是本发明并不仅限于此,而是可以有各种变形。

例如,也可以使用利用等离子体蚀刻装置等的干蚀刻技术,对砷化镓衬底 1 等进行蚀刻。此时,理想的是利用在干蚀刻技术中通常

被使用的终点检测法,使蚀刻在光吸收层4露出的时刻停止。

另外,也可以与晶体取向外延除去法同样地,除去砷化镓衬底1等。即在上述实施例中形成了作为蚀刻停止层3的Al组成比x为0.5的 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 。但也可以代替他形成AlAs层。然后,将形成了多层膜(层2、AlAs层、层4、5、膜6、7)的砷化镓衬底1与玻璃衬底8粘接,使多层膜的最表面膜与玻璃衬底8相接。

然后,在为了在蚀刻液中保护玻璃衬底8而形成保护膜等后,用氟酸(HF)溶液浸泡相互粘接的两衬底1、8,由于氟酸(HF)溶液迅速选择了AlAs,所以使砷化镓衬底1和缓冲层2从光吸收层4和窗层5等分离开。这样,就得到了形成了光吸收层4和窗层5的玻璃衬底8。通过这种方法,即便在除去砷化镓衬底1等的情况下,由于光吸收层4和窗层5等与玻璃衬底8粘接,从而受到了机械保护。

另外,在对形成了多层膜1-7的砷化镓衬底1和玻璃衬底8进行粘接的时候,如果使用了不吸收入射光的粘接剂,则也可以使用这样的粘接剂粘接两衬底1、8。

进而,在上述实施例中,在(1)结晶长大步骤中继续蚀刻停止层3后,光吸收层4长大,但也可以是例如其他层在蚀刻停止层3上长大后,再在该层上使光吸收层4长大。该层可以是,适当调整电极10、11和光吸收层4界面附近的光吸收层4(砷化镓)的能带弯曲,使电子和空穴更加有效地漂移的 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ( $x=0.1-0.5$ )等的所谓肖特基-增强层等。

此外,在利用了这样的层,并通过蚀刻除去砷化镓衬底1等的情况下,当然有必要在蚀刻停止层3和此层之间设置砷化镓层等,使得有选择地对各层进行蚀刻。

此外,根据本发明的半导体光检测器的制作方法制作的半导体光检测器,不仅限于上述实施例的用砷化镓衬底制作的近红外线区域用的光检测器,也可以适用于通过上述制作方法制成的所有半导体光检测器。例如,必要时也可以用本发明的半导体光检测器制作方法来制作用InP衬底制作的在红外线范围有灵敏度的光检测器。此外,作



为对可视光范围光线有灵敏度的光检测器，其光吸收层为 AlGaInP，并且是使用砷化镓衬底制作的光检测器，所以也可以适宜地用本发明的制作方法来制作。

此外，在实施例的结晶长大步骤中只展于了 MOCVD 法，但本发明的适用范围并不仅限于此，利用 VPE(气相成长法)、MBE(分子线成长法)、MOMBE(有机金属分子线成长法)、CBE(化学辐射线成长法)、LPE(液相成长法)等所有的半导体结晶长大方法均可实施。

本发明可被用于半导体光检测器的制作方法。

图1A 结晶长大步骤

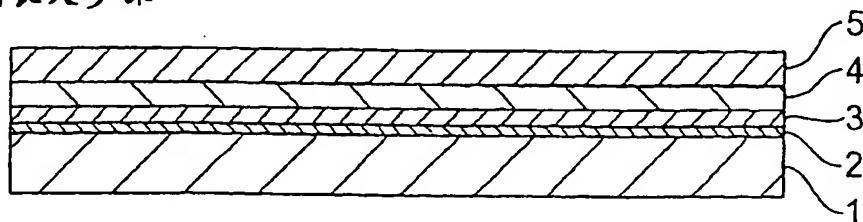


图1B CVD步骤

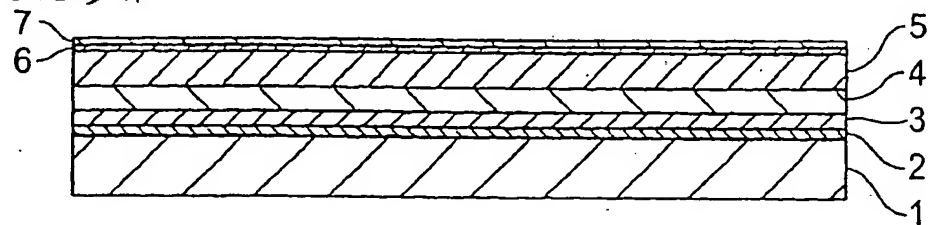


图1C 粘合步骤

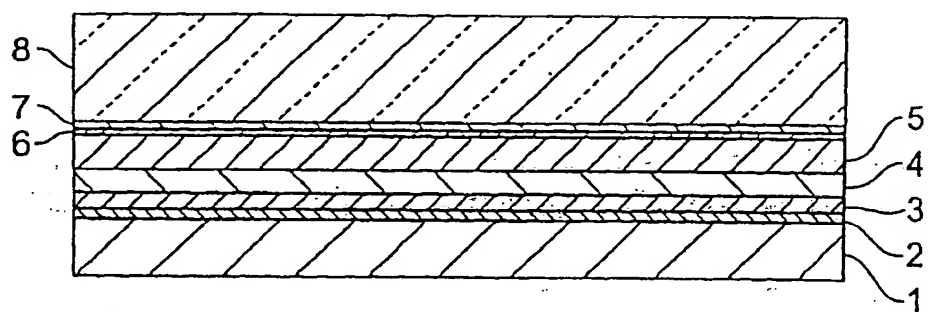


图1D 蚀刻步骤

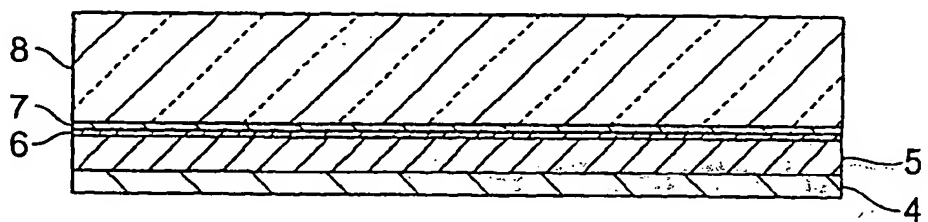


图1E 电极形成步骤

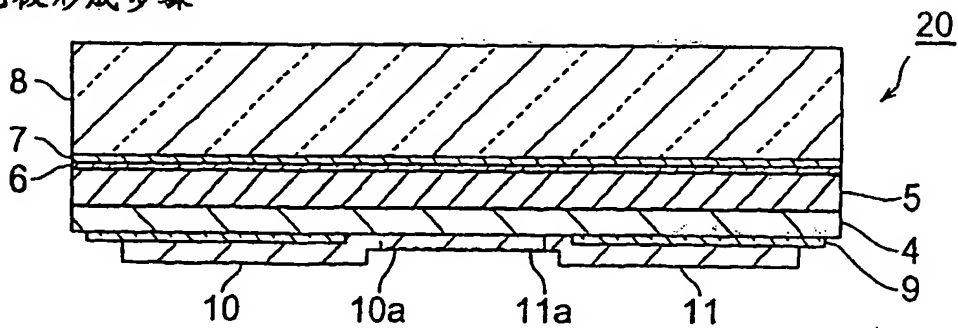


图 2A

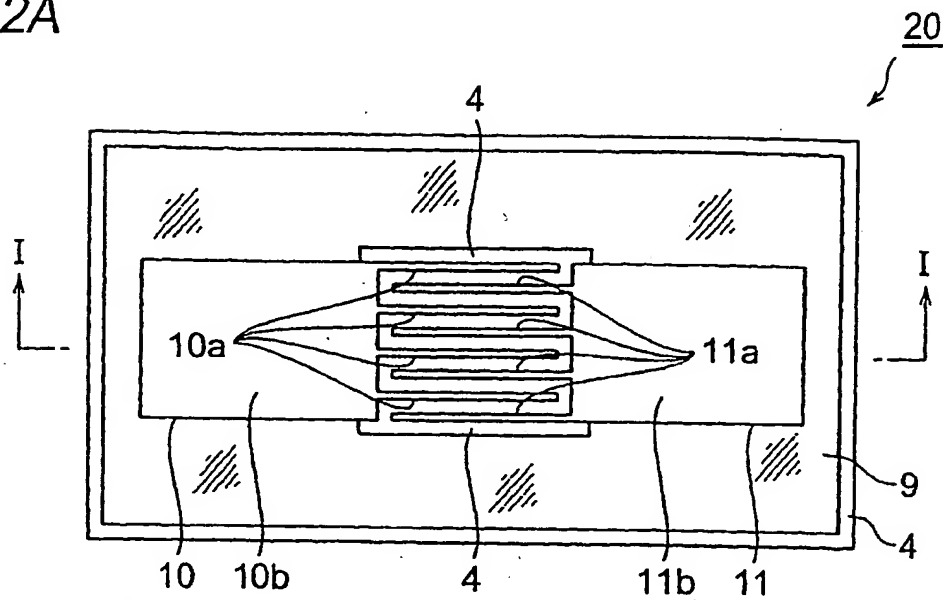


图 2B

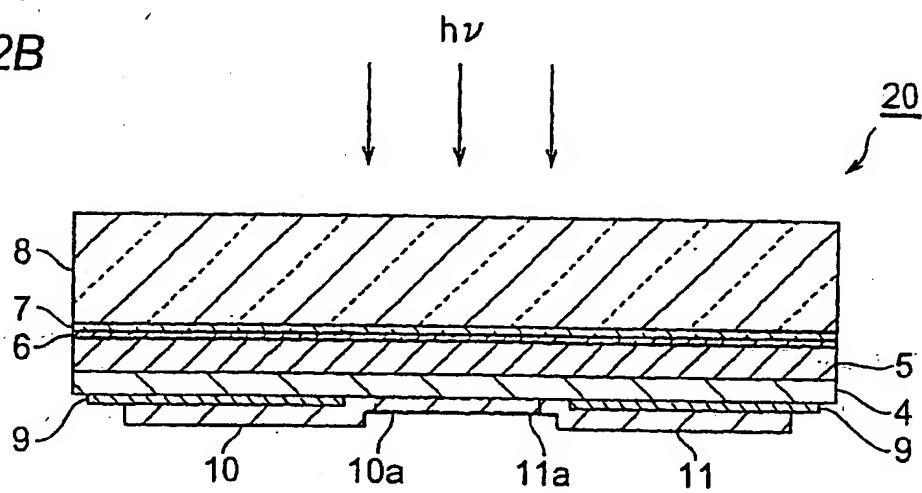


图 3

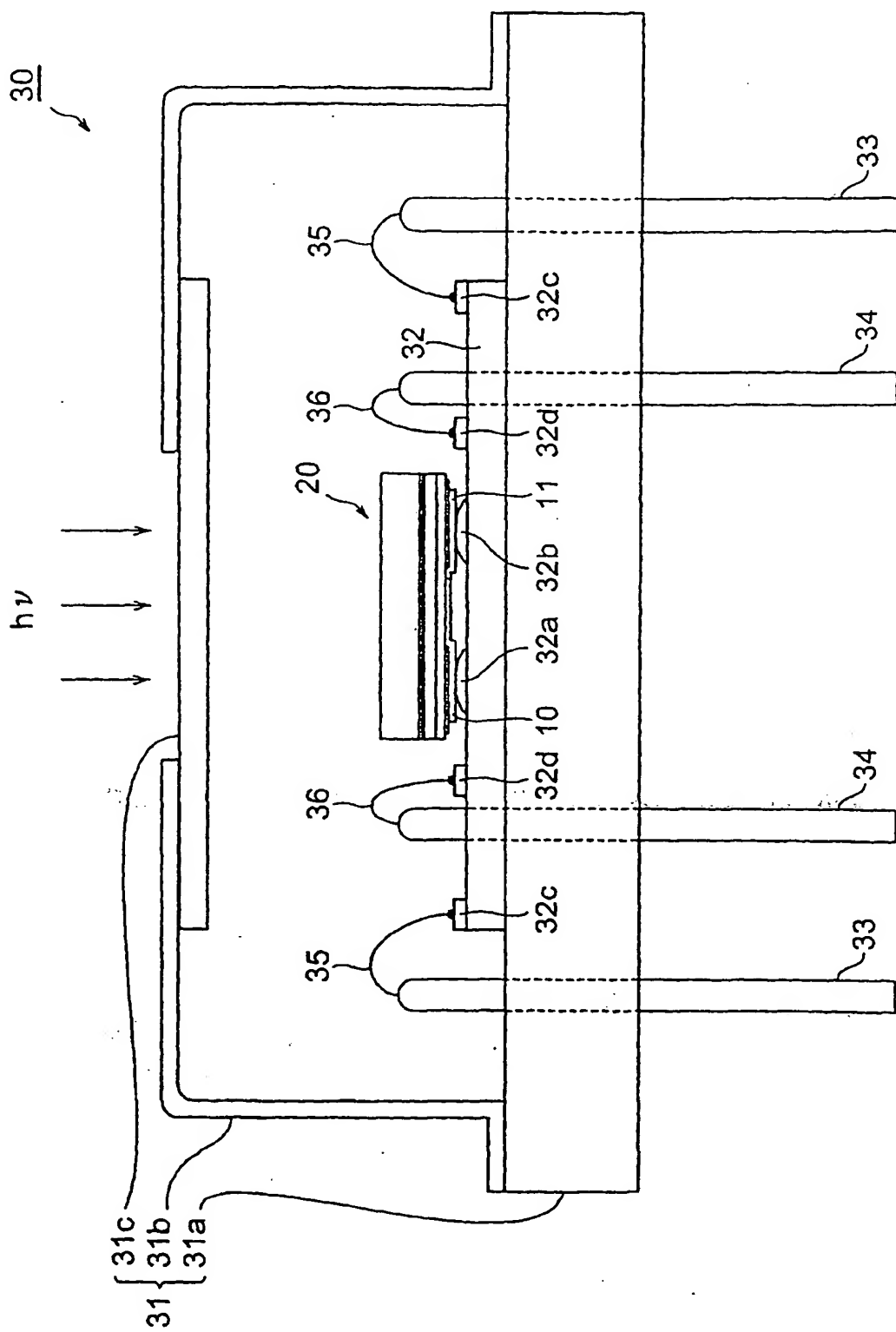


图4A

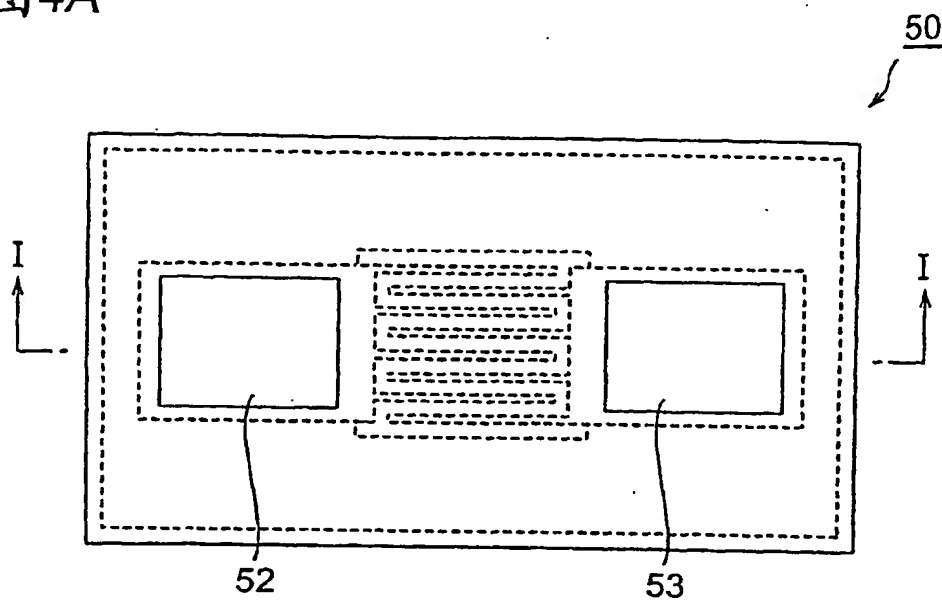


图4B

